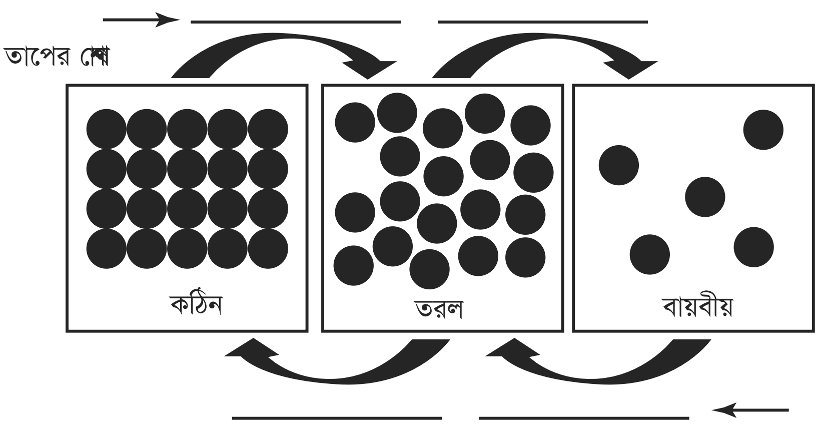
দ্বিতীয় অধ্যায়

পদার্থের অবস্থা

পদার্থ হল এমন ভৌত বস্তু যার ভর ও আয়তন আছে। সকল পদার্থই সাধারণত তিন অবস্থায় বিরাজ করে– কঠিন, তরল ও বায়বীয়। কিন্তু স্বাভাবিক কক্ষ তাপমাত্রায় কিছু পদার্থ কঠিন, কিছু তরল এবং কিছু বায়বীয় অবস্থায় থাকে। তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে অবস্থার পরিবর্তন ঘটে। তিন অবস্থাতেই এদের নিজস্ব বৈশিষ্ট্য ও ধর্ম রয়েছে, তবে অণুর গঠনের কোনো পরিবর্তন ঘটে না। কঠিন অবস্থায় অণুসমূহ কাছাকাছি থেকে কাঁপতে থাকে; তাপ প্রদানের সাথে সাথে অণুসমূহ গতিশীল হয় এবং দূরে সরে যেতে থাকে। বিভিন্ন মাধ্যমে কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থের ছড়িয়ে পড়ার প্রবণতা লক্ষ করা যায়। তা হতে পারে স্বতঃস্ফূর্তভাবে অথবা চাপের প্রভাবে।



এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

(১) কণার গতিতত্ত্বের স্বীকার্যের সাহায্যে পদার্থের ভৌত অবস্থা ব্যাখ্যা করতে পারব।

(২) গতিতত্ত্বের সাহায্যে ব্যাপন ও নিঃসরণের ব্যাখ্যা করতে পারব।

(৩) কঠিন পদার্থের গলন ও ঊর্ধ্বপাতন এবং তরল পদার্থের স্ফুটন প্রক্রিয়া বর্ণনা করতে পারব।

(৪) পদার্থের ভৌত অবস্থা ও তাপের মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারব।

(৫) তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ব্যাপন হার বৃদ্ধি পরীক্ষার মাধ্যমে দেখাতে পারব।

(৬) কঠিন পদার্থের গলন ও ঊর্ধ্বপাতন এক তরল পদার্থের স্ফুটন প্রক্রিয়া পরীক্ষার মাধ্যমে দেখাতে পারব।

(৭) প্রকৃতিতে সংঘটিত বাস্তব ঘটনা রসায়নের দৃষ্টিতে বিশ্লেষণে আগ্রহ প্রদর্শন করতে পারব।

(৮) রাসায়নিক দ্রব্য ও থার্মোমিটার সঠিকভাবে ব্যবহার করতে পারব।

২.১ পদার্থ ও পদার্থের অবস্থা :

যার ভর আছে, জায়গা দখল করে এবং জড়তা আছে তাই পদার্থ। পূর্বেই জেনেছি পদার্থ সাধারণত তিন অবস্থায় থাকে– কঠিন, তরল এবং বায়বীয়।

চিত্রে কিছু কঠিন, তরল, বায়বীয় পদার্থের চিত্র দেওয়া হলো:



চিত্র ২.১ : কিছু কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থ

নিচের ছকে অবস্থা অনুযায়ী এগুলো সাজাও :-

কঠিন	তরল	বায়বীয় বা গ্যাসীয়

ছক ২.১ : বিভিন্ন অবস্থার পদার্থ

আমরা পদার্থসমূহ পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষণ করলে আকৃতি, আয়তন, সংকোচনশীলতা, ঘনত্ব, সহজপ্রবাহ, প্রসারণশীলতা ইত্যাদি বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে ধারণা লাভ করতে পারি–

নিজে নিজে কর :

বাড়ি থেকে আনা পেন্সিল, পাথর বা অন্য কোনো কঠিন পদার্থের উপর চাপ দাও,
আকৃতি ও আয়তন পর্যবেক্ষণ কর।
এবার একটি গ্লাসে পানি নাও, অন্য আকৃতির একটি পাত্রে তা ঢাল। কী লক্ষ করলে?
ইনজেকশনের দুটি সিরিঞ্জে পানি ও বাতাস ভরে সূচ খুলে মুখ বন্ধ করে চাপ দিলে কী পরিবর্তন হয় দেখ।
খালি বেলুনে মুখ দিয়ে বাতাস ভরে ফুলাও, তারপর মুখটি খুলে দাও।
পর্যবেক্ষণের ফলাফল খাতায় নোট কর।

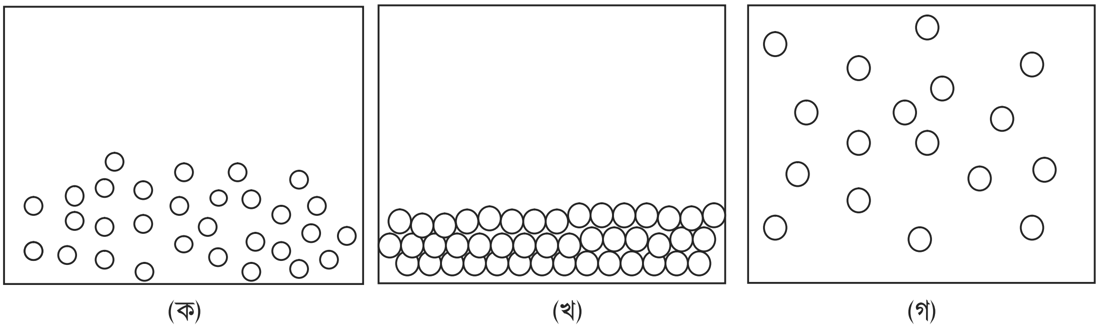
দলগতভাবে কর :

পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষণের মাধ্যমে উপরের কোন বৈশিষ্ট্যসমূহ নির্ধারণ করতে পারলে কোনগুলো পারলে না তা ব্যাখ্যা কর। শিক্ষকের সাহায্য নিয়ে ল্যাবরেটরিতে তোমরা ঘনত্ব ও প্রসারণশীলতা বৈশিষ্ট্য দুটির পরীক্ষা করতে পার।

২.২ কণার গতিতত্ত্ব (Kinetic theory of particles):

সকল পদার্থই ক্ষুদ্রতম কণিকা দ্বারা তৈরি এবং তা কঠিন, তরল অথবা গ্যাসীয় এই অবস্থার যে কোনো একটি অবস্থায় থাকে। সকল অবস্থায় পদার্থের কণাসমূহ গতিশীল থাকে।

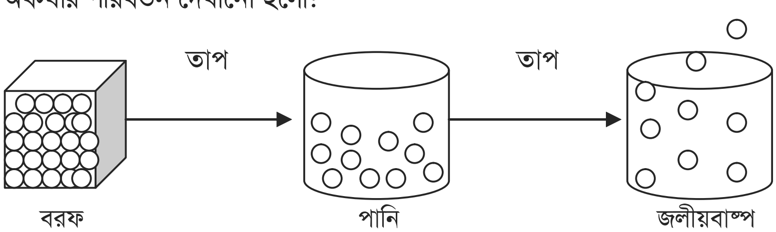
নিচে পদার্থের তিন অবস্থায় কণিকাসমূহ কীভাবে সজ্জিত থাকে তা দেওয়া হলো। কোনটি কঠিন, কোনটি তরল ও কোনটি গ্যাসীয় অবস্থায় আছে খাতায় এঁকে পর পর সাজাও :



চিত্র ২.২ : পদার্থের তিন অবস্থার ভিত্তিতে কণিকাসমূহের অবস্থা

চিন্তা কর :
- একই পদার্থকে কীভাবে কঠিন থেকে তরলে এবং তরল থেকে গ্যাসীয় অবস্থায় নেয়া যায়?
- তিন অবস্থায় কণিকাসমূহ কীভাবে অবস্থান করে?
- কোন অবস্থায় অণুসমূহ সবচেয়ে কাছাকাছি অবস্থায়, কখন মাঝামাঝি অবস্থায় এবং কখন সবচেয়ে দূরে দূরে অবস্থান করে?
- কখন একটি অণুর সাথে অপর অণুর আকর্ষণ শক্তি সবচেয়ে বেশি, কখন কিছুটা কম এবং কখন একদম থাকে না বললেই চলে?
- তিন অবস্থায় কণিকাসমূহের গতিশীলতার অবস্থা ব্যাখ্যা কর।

আমরা সকলেই পানির তিন অবস্থার সাথে পরিচিত; বরফ (কঠিন), পানি (তরল) ও জলীয়বাষ্প (গ্যাসীয়)। চিত্রে তাপ প্রদানে এর তিন অবস্থার পরিবর্তন দেখানো হলো:



চিত্র ২.৩ তাপ প্রদানে পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন

চিন্তা কর : কীভাবে জলীয়বাষ্পকে পানিতে এবং পানিকে বরফে পরিণত করা যায়? ডিপ ফ্রিজে পানি রাখলে তা কীভাবে বরফে পরিণত হয়?



চিত্র ২.৪ কাপে ফুটানো পানি

সদ্য ফুটানো এককাপ গরম পানিকে টেবিলে রাখলে কী দেখতে পাবে? উপরে জলীয়বাষ্পের কণা বাতাসে ছড়িয়ে পড়ছে। একে যদি আরও তাপ দেয়া হতো এক সময় কাপটি খালি হয়ে যেত। কিন্তু [illegible] কাপটি স্বাভাবিক অবস্থায় রেখে দিতে তবে তা ধীরে ধীরে ঠাণ্ডা হয়ে যেত; জলীয়বাষ্পকে আর বেরিয়ে পড় [illegible] ত না।

কণার গতিতত্ত্ব থেকে কণাসমূহ (অণু) কীভাবে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় অবস্থায় গতিশীল অবস্থায় থাকে তা জানা যায়।

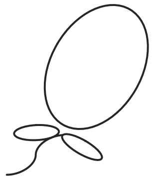
কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট আকার ও আয়তন আছে। শক্তিশালী আকর্ষণ বলের কারণে কণাসমূহ খুব কাছাকাছি [illegible] করে কাঁপতে থাকে।

তরল আয়তন পরিবর্তন না করে যে পাত্রে রাখা হয় সে পাত্রের আকার ধারণ করে। চাপে আয়তন স্বল্প মাত্রায় সংকোচনশীল। তরল পদার্থের কণার গতি কঠিন পদার্থের তুলনায় বেশি। কণাসমূহের মধ্যে আকর্ষণ বল কঠিনের চেয়ে কম সে কারণে কণাসমূহ মোটামুটি দূরত্বে অবস্থান করে।

গ্যাসীয় পদার্থ যে পাত্রে রাখা হয় তার পুরোটাই দখল করে। কণাসমূহের মধ্যে আকর্ষণ বল খুবই কম, একে অন্যের কাছ থেকে অনেক দূরে অবস্থান করে। গ্যাসীয় পদার্থের কণাসমূহ বাধাহীনভাবে চলাচল করে। কণাসমূহ বিভিন্ন দিকে চলমান অবস্থায় ছড়িয়ে থাকে। চাপে আয়তন অধিক মাত্রায় সংকোচনশীল।

যতই তাপ দেয়া হয় কণাসমূহ তত গতিশক্তি অর্জন করে এবং চলাচল বেড়ে যায়। তরল অবস্থায় কণাসমূহ দূরে দূরে সরে যায়। স্ফুটনে গ্যাসীয় কণাসমূহ তরলের উপরিতল থেকে বাইরে বেরিয়ে যায় এবং ইচ্ছামতো বিভিন্ন দিকে চলাচল করার মতো যথেষ্ট শক্তি সঞ্চয় করে।

গতিতত্ত্বের ভিত্তিতে তাপশক্তি ব্যবহার দ্বারা পদার্থকে এক অবস্থা থেকে অপর অবস্থায় রূপান্তর করা সম্ভব। কঠিনকে তাপ দিয়ে গলনাংকে পৌছালে তা তরলে পরিণত হয়। তরলকে তাপ দিয়ে স্ফুটনাংকে পৌছালে তা গ্যাসীয় অবস্থায় পরিণত হয়।

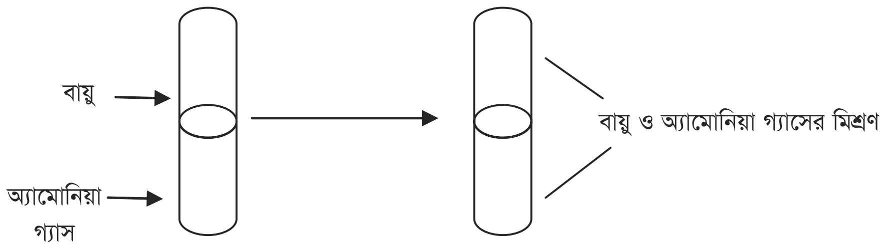


বেলুনের ভেতরের গ্যাসের কণাসমূহ বেলুনের ভেতরের আবরণের সাথে ধাক্কা খেতে থাকে এবং বাইরের দিকে ঠেলে দেয়।
একে গ্যাসের চাপ বলে। তাপ বাড়ালে চাপ আরও বেড়ে যাবে কেন ব্যাখ্যা কর।

কঠিন অবস্থায় আন্তঃআণবিক আকর্ষণ সবচেয়ে বেশি থাকে। আন্তঃআণবিক দূরত্ব সবচেয়ে কম থাকে।
তরল অবস্থায় আন্তঃআণবিক আকর্ষণ তুলনামূলকভাবে কমে যায়;দূরত্ব বেড়ে যায়। গ্যাসীয় অবস্থায় আন্তঃআণবিক আকর্ষণ একেবারেই কম থাকে। দূরত্ব এতটাই বেড়ে যায় যে কণাসমূহ ইচ্ছামতো এদিক-ওদিক ঘুরে বেড়ায় ও আন্তঃআণবিক শক্তিকে অতিক্রম করে বাইরে ছড়িয়ে পড়ে।

২.৩ ব্যাপন (Diffusion):

সদ্য তৈরি অ্যামোনিয়া গ্যাসজারের ঢাকনা সরিয়ে যদি বায়ুপূর্ণ একটি গ্যাসজার রাখ, দেখবে উপরের গ্যাসজারে অ্যামোনিয়া গ্যাস বায়ুর সাথে মিশে গেছে। প্রমাণস্বরূপ একটি ভেজা লাল লিটমাস পেপার প্রবেশ করালেই দেখবে তা নীল রং ধারণ করেছে।



চিত্র ২.৫: গ্যাসের মধ্যে গ্যাস কণার ব্যাপন

নিচের পরীক্ষাগুলো ক্লাসে দলগতভাবে কর

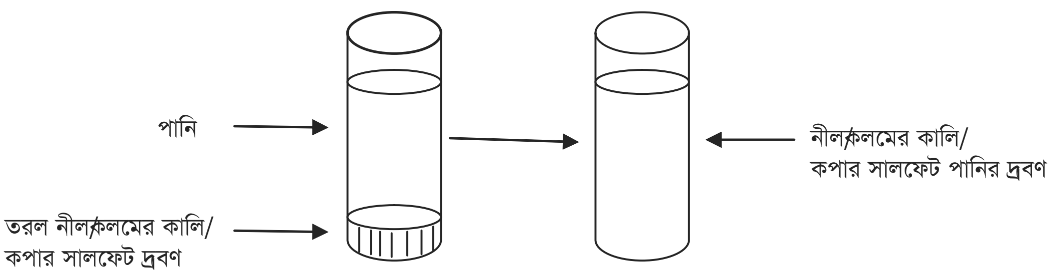
পরীক্ষা–১

১ একটি টেস্টটিউবে কিছু তরল নীল/কলমের কালি/কপার সালফেটের দ্রবণ নাও।

২. ড্রপারের সাহায্যে ধীরে ধীরে পানি যোগ কর।

৩ পুরোটা পানি একই রং ধারণ করতে কতটা সময় লাগল পর্যবেক্ষণ করে নোট কর।

৪ এবার অপর একটি টেস্টটিউব গরম পানির বিকারে রাখ এবং ১ও ২ নং প্রকিয়াটি সম্পন্ন করার পর ৩নং প্রকিয়াটি হতে কত সময় লাগল তা নোট কর।



চিত্র ২.৬: তরলের মধ্যে দ্রবণ কণার ব্যাপন

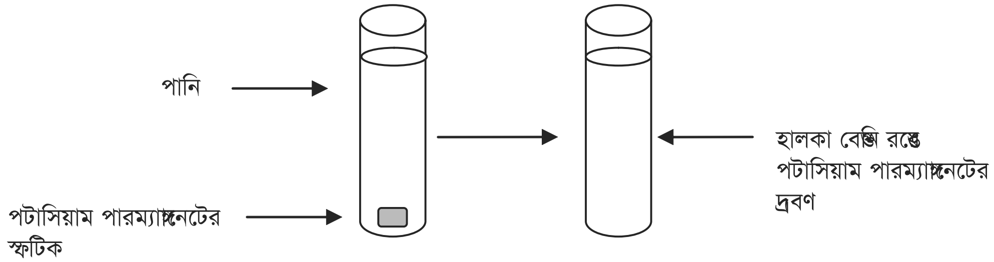
পরীক্ষা–২

১. একটি টেস্টটিউবে একটি পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের স্ফটিক রাখ। তাতে পানি যোগ কর।

২. পুরোটা পানি হালকা বেগুনি রং ধারণ করতে কতটা সময় লাগল নোট কর।

৩. এবার অপর একটি টেস্টটিউব গরম পানির বিকারে রাখ এবং ১ ও ২ নং প্রকিয়াটি সম্পন্ন হতে কত সময় লাগল তা নোট কর।। ঘড়ি ধরে সময় নাও।

এই পরীক্ষাটি তুমি চিনি, খাবার লবণ দিয়েও করতে পার। যেহেতু রঙিন নয়, স্বাদ নিয়ে তা দেখতে হবে পানির সাথে চিনি বা লবণের কণাগুলো মিশে গেছে কি না।



চিত্র ২.৭ তরলের মধ্যে কঠিন কণার ব্যাপন

পরীক্ষা ১ও ২ নং-এর ক্ষেত্রে কী দেখলে? তাপ প্রদানের পূর্বে সময় লেগেছে বেশি এবং তাপ প্রদানের পর সময় লেগেছে কম। কণাসমূহ ছড়িয়ে পড়ার হার ২নং পরীক্ষার তুলনায় ১নং পরীক্ষায় বেশি ছিল। আবার স্বাভাবিক পানির তুলনায় গরম পানিতে কণাসমূহ ছড়িয়ে পড়ার হার বেশি। আমরা যদি গ্যাসীয় পদার্থ (অ্যামোনিয়া গ্যাসের) পরীক্ষাটি নিজ হাতে করতে পারতাম দেখতাম ১নং পরীক্ষাটির চেয়েও কণা ছড়িয়ে পড়ার হার অনেক বেশি। উপরের পরীক্ষাগুলো থেকে তুমি তাপমাত্রার সাথে ব্যাপনের হারের সম্পর্ক নির্ণয় কর।

উপরের পরীক্ষাসমূহের ক্ষেত্রে কোনোটিতেই কোনো চাপ প্রয়োগ করা হয়নি।

কোনো মাধ্যমে কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় বস্তুর স্বতঃস্ফূর্ত ও সমভাবে পরিব্যাপ্ত হওয়ার প্রক্রিয়াকে ব্যাপন বলে।

উপরের পরীক্ষাসমূহ এবং নিজেদের অভিজ্ঞতার আলোকে নিজ নিজ খাতায় ব্যাপনের কিছু বাস্তব উদাহরণ লিখ।

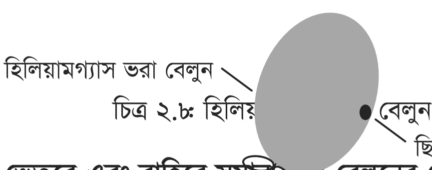
চিন্তা কর :

১। He, H_2, CO_2 গ্যাসের ক্ষেত্রে CO_2 –এর ব্যাপন সময় সবচেয়ে বেশি, H_2 এর সবচেয়ে কম লাগবে কেন? He –এর ক্ষেত্রে কী ঘটবে বলে তোমার ধারণা?

২. তরল ও কঠিনের ক্ষেত্রে তাপের প্রভাব ও গতিতত্ত্বের সম্পর্ক কী

২.৪ নিঃসরণ (Effusion)

একটি হিলিয়াম গ্যাস বা বায়ুভরা বেলুন নাও। ছোট একটা ছিদ্র কর। কী ঘটছে লক্ষ কর। কিছুক্ষণের মধ্যেই দেখবে বেলুনটি চুপসে গেছে। ভেবে দেখেছ, কেন এমন হলো? গ্যাসের বা বায়ুর অণুসমূহ ছিদ্রপথে বেরিয়ে পড়েছে। এক্ষেত্রে কি কোনো চাপ কাজ করেছে? যদি চাপ কাজ করে তবে তো গ্যাসীয় বস্তুর স্বতঃস্ফূর্ত ও সমভাবে পরিব্যাপ্ত হওয়ার কথা নয়। ছিদ্রপথ অণুর স্বতঃস্ফূর্ত গতিকে বাধা দেয়। ছিদ্র যত বড় হতে থাকে স্বতঃস্ফূর্ততা তত বৃদ্ধি পেতে থাকে। যখন সম্পূর্ণ চাপমুক্ত হয় তখন ব্যাপনে রূপান্তরিত হয়।



চিত্র ২.৮: হিলিয়

হিলিয়াম গ্যাসের চাপ বেলুনের ভেতরে এবং বাহিরে সমান নয়। বেলুনের ভেতরে চাপ বেশি থাকে। সরু ছিদ্রপথে কোনো গ্যাসের অণুসমূহের উচ্চচাপ থেকে নিম্নচাপ অঞ্চলে বেরিয়ে আসার প্রক্রিয়াকে নিঃসরণ বলে।

উদাহরণস্বরূপ প্রাকৃতিক গ্যাস বা মিথেন (CH_4) গ্যাসকে অধিক চাপ প্রয়োগ করে সি.এন.জি (Compressed

natural gas)–তে পরিণত করে যানবাহনের জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ঘরবাড়িতে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহারের জন্য অধিক চাপে মিথেন এবং রিফাইনারি থেকে প্রাপ্ত বিউটেন ও প্রোপেন গ্যাস সিলিন্ডারে, হাসপাতালে ব্যবহারের জন্য অধিক চাপে অক্সিজেন গ্যাস সিলিন্ডারে ভরে রাখা হয়। কোনোভাবে সিলিন্ডারসমূহে ছিদ্র হয়ে গেলে দেখা যাবে সজোরে গ্যাস বেরিয়ে আসছে। যা থেকে বিপদজ্জনক অবস্থার সৃষ্টি হতে পারে।

একটি পাকা কাঁঠাল ঘরের একটি কক্ষে রেখে দিলে তার গন্ধ কাঁঠালের ত্বকের ছিদ্রপথে বের হয়ে বিভিন্ন কক্ষে ছড়িয়ে পরে। ত্বকের ছিদ্রপথে গন্ধ বের হয়ে আসা নিঃসরণ এবং বের হওয়ার পর বিভিন্ন কক্ষে ছড়িয়ে পরা ব্যাপন।

> **চিন্তা কর:** কোনটি থেকে গ্যাস সবচেয়ে বেশি দ্রুত বেরুবে? মিথেন গ্যাসের ভর ও ঘনত্ব সবচেয়ে কম, অক্সিজেন গ্যাসের ভর ও ঘনত্ব তার চেয়ে বেশি। বিউটেন গ্যাসের সবচেয়ে বেশি। প্রোপেন গ্যাসের ভর ও ঘনত্ব বিউটেনের চেয়ে কম।

ব্যাপন ও নিঃসরণ বস্তুর ভর এবং ঘনত্বের উপর নির্ভরশীল। বস্তুটির ভর এবং ঘনত্ব যত বেশি হবে ব্যাপন ও নিঃসরণের হার তত হ্রাস পাবে।

শ্রেণির কাজ : ব্যাপন ও নিঃসণের ক্ষতিকর দিক কী নিজ নিজ খাতায় লেখ।

২.৫ মোমের জ্বলন ও পদার্থের তিন অবস্থা

মোম যখন জ্বলতে থাকে তখন পদার্থের তিনটি অবস্থাই একসাথে দেখা যায়। মোম গলতে শুরু ... সুতাটি তা শোষণ করে নেয়। সুতার অগ্রভাগে মোম গ্যাসীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয়। একে আমরা মোমে... তখন বায়ুর উপস্থিতিতে দহন হতে থাকে। যতক্ষণ সুতাটি থাকবে ততক্ষণ তা জ্বলতে থাকবে। যে... একটি হাইড্রোকার্বন অর্থাৎ জৈব যৌগ, পর্যাপ্ত বাতাসের উপস্থিতিতে মোমের দহনের ফলে কার্বন... ও জলীয়বাষ্প উৎপন্ন হয়।



চিত্র ২.৯ : মোমের জ্বলন

$$\text{মোম} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + \text{তাপ} + \text{আলো}$$

২.৬ গলন ও স্ফুটন: (Melting and Boiling)

পদার্থের গলন ও স্ফুটন নির্দিষ্ট চাপে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ঘটে থাকে।

পরীক্ষা-১: পদার্থের গলন

১. কিছু মোম গুঁড়া করে একটি তাপসহ কাচনলে নিতে হবে এবং একটি কাঠি দিয়ে মোমগুলো ঠেলে দিতে হবে।

২. চিত্রের মতো করে যন্ত্রপাতি ও উপকরণগুলো সাজাতে হবে। গলন–টিউবের সাথে থার্মোমিটারটি ইলাস্টিক ব্যান্ডের মাধ্যমে আটকে রাখতে হবে।

৩. অল্প শিখায় ধীরে ধীরে তাপ দিতে হবে এবং অনবরত বিকারের পানিকে নাড়ানি দিয়ে ...ত তাপমাত্রায় তা গলতে শুরু করে তা নোট নিতে হবে। গলতে শুরু করলে তাপ সরিয়ে নি... মিনিট পর পর তাপমাত্রা নোট করতে হবে।

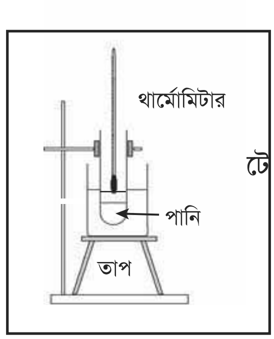


৫. পরীক্ষাটি প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত ঘড়ি ধরে 1 মিনিট পর পর সময় ও তাপমাত্রা নোট করতে হবে।

চিত্র ২.১০ : কঠিন পদার্থের গলন

৬. গ্রাফ পেপারে X–অক্ষে সময় ও Y– অক্ষে তাপমাত্রা ধরে বক্ররেখাটি (curve) এঁকে তা থেকে এর গলনাংক নির্ণয় করতে হবে।

পরীক্ষা২ : পদার্থেরু ষ্ক



চিত্র ২.১১ : তরলের স্ফুটন

১. চিত্রের মতো যন্ত্রপাতি ও উপকরণগুলো সাজাতে হবে। খেয়াল রাখতে হবে যাতে থার্মোমিটারটি পানির উপরিতলের বেশ উপরে থাকে।

২. পানি ফুটতে শুরু করা পর্যন্ত তাপ দিতে হবে। অর্থাৎ যখন সজোরে বুদবুদ আকারে টে জলীয়বাষ্পাকারে বেরিয়ে যেতে থাকে তখন তাপ দেয়া বন্ধ করতে হবে।

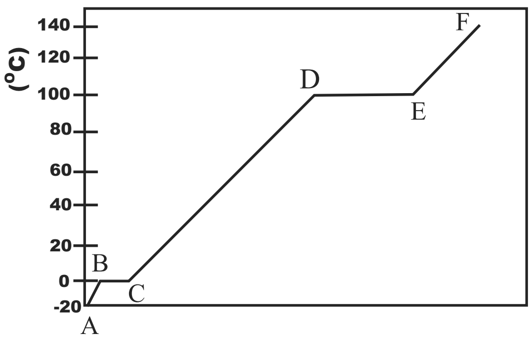
৩. সর্বোচ্চ তাপমাত্রা নোট করতে হবে।

৪. ১ম থেকে শেষ পর্যন্ত ঘড়ি ধরে ১ মিনিট পর পর তাপমাত্রা নোট করবে।

৫. গ্রাফপেপার ব্যবহার করে পরীক্ষা-১-এর মতো স্ফুটনের তাপমাত্রা নির্ণয় কর ।

স্বাভাবিক চাপে (1 atm) যে তাপমাত্রায় কোনো কঠিন পদার্থ তরলে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে সেই পদার্থের গলনাংক বলে।

স্বাভাবিক চাপে (1 atm) যে তাপমাত্রায় কোনো তরল পদার্থ গ্যাসীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয় সেই তাপমাত্রাকে সেই পদার্থের স্ফুটনাংক বলে।



E-F- জলীয়বাষ্প (গ্যাস)

D-E- পানি ফুটছে (তরল ও জলীয়বাষ্প)

C-D- পানি (তরল)

B-C- বরফ গলছে (বরফ ও পানি)

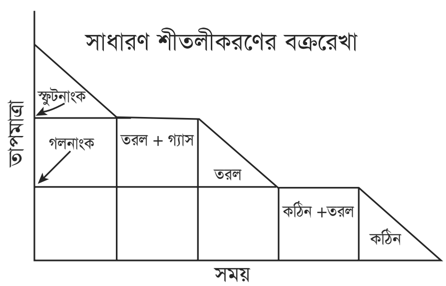
A-B- বরফ (কঠিন)

চিত্র : ২.১২ তাপ প্রদানের বক্ররেখা (heating curve)

চিন্তা কর: A-B পর্যন্ত তাপমাত্রা পরিবর্তন হলো, কিন্তু B-C পর্যন্ত হলো না। আবার C-D পর্যন্ত তাপমাত্রা পরিবর্তন হলো কিন্তু D-E পর্যন্ত হলো না। E-F পর্যন্ত তাপমাত্রা আবার বাড়তে থাকল। তাপশক্তি প্রদান করা হলো কিন্তু তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেল না কেন? সুপ্ত তাপের কথা কখনো শুনেছ কি?

পদার্থের অবস্থা পরিবর্তনকে লিখা যায়-

$$\text{কঠিন} \underset{-\text{ তাপ}}{\overset{+\text{ তাপ}}{\rightleftharpoons}} \text{তরল} \underset{-\text{ তাপ}}{\overset{+\text{ তাপ}}{\rightleftharpoons}} \text{গ্যাস}$$

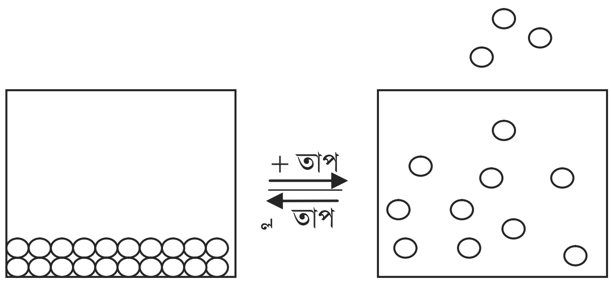


সাধারণ শীতলীকরণের বক্ররেখা

প্রোজেক্ট : একইভাবে পানির শীতলীকরণের বক্ররেখাটি (cooling curve) প্রদর্শন করে বিভিন্ন বিন্দুতে এর অবস্থা বিশ্লেষণ কর। কোন কোন তাপমাত্রায় তাপ প্রদান করলেও তাপমাত্রা পরিবর্তন হয় না বর্ণনা কর।

২.৭ উর্ধ্বপাতন :

নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :



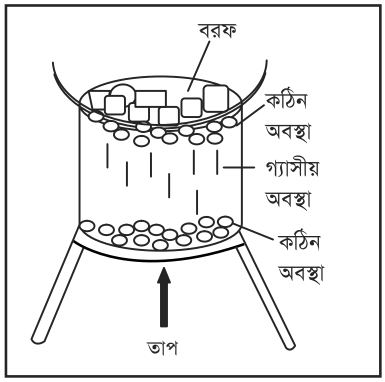
চিত্র ২.১৩: কঠিন পদার্থের উর্ধ্বপাতন

চিন্তা কর:
পাশের চিত্রের ক্ষেত্রে তাপীয় ও শীতলীকরণ বক্ররেখা (curve) কেমন হতে পারে?

এমন কিছু পদার্থের নাম লেখ যারা কঠিন থেকে সরাসরি গ্যাসীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয় এবং শীতলীকরণে গ্যাসীয় অবস্থা থেকে কঠিনে রূপান্তরিত হয়। ন্যাপথালিন, আয়োডিন, কর্পূর, কঠিন CO_2 ইত্যাদি।

পরীক্ষা : চিত্রের মতো যন্ত্রপাতি সাজাও। ধীরে ধীরে বিকারের নিচে তাপ দিতে থাক।

কী পরিবর্তন দেখলে খাতায় নোট কর। একই পদ্ধতিতে ন্যাপথালিন, কর্পূরকে তাপ দিয়ে কঠিন থেকে গ্যাসে এবং গ্যাস থেকে কঠিনে রূপান্তরিত করতে পার।



চিত্র ২.১৪ : উদ্বায়ী পদার্থের উর্ধ্বপাতন

তাহলে বলা যায়, যদি কঠিন পদার্থকে তাপ দিলে তা সরাসরি গ্যাসে পরিণত হয় এবং ঠাণ্ডা করলে সরাসরি কঠিনে রূপান্তরিত হয় তবে পদার্থের অবস্থাকে উর্ধ্বপাতনবলে।

প্রোজেক্ট : ১. দুটি পাত্রে পাশাপাশি কর্পূর ও বরফ রেখে নাড়াতে থাক। কী পরিবর্তন লক্ষ করছ এবং কেন বিশ্লেষণ কর। দুদিন পর কী অবস্থা হয় এবং কী কারণে হয় ব্যাখ্যা কর।

অনুশীলনী

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১ কাপে গরম চা রাখলে নিচের কোন প্রক্রিয়াটি ঘটে?

ক. বাষ্পীভবন খ. ঊর্ধ্বপাতন

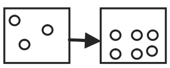
গ. ব্যাপন ঘ. নিঃসরণ

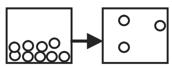
২. জলীয়বাষ্পকে যখন ঘনীভবন করা হয়, তখন কণাসমূহের ক্ষেত্রে কী ঘটবে?

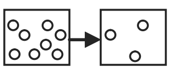
ক. আকার সংকুচিত হবে খ. স্পন্দন করতে থাকবে

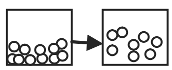
গ. একই অবস্থানে থেকে কাঁপতে থাকবে ঘ. পরিপার্শ্বে শক্তি নির্গত করবে

৩ নিচের কোন চিত্রটি ঊর্ধ্বপাতনের জন্য প্রযোজ্য?

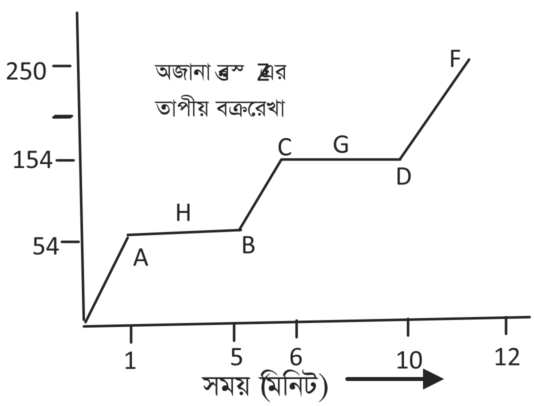
ক. 

খ. 

গ. 

ঘ. 

৪. অজানা কঠিন বস্তু Z -এর তাপীয় বক্ররেখা



উপরের চিত্র হতে বোঝা যায়–

i. Z বস্তুটির গলনাংক 54°c

ii. Z বস্তুটি উদ্বায়ী

iii. A - B ও C - D রেখা বস্তুটির গলনাংক ও স্ফুটনাংক বুঝায়।

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii খ. ii ও iii

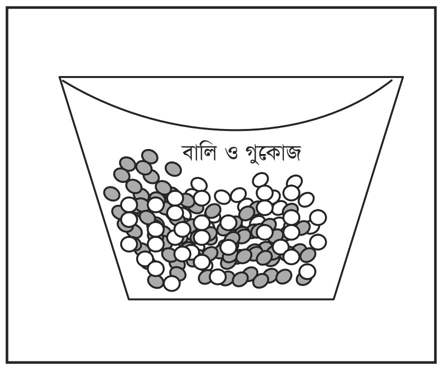
গ. i ও iii ঘ. i, ii ও iii

সৃজনশীল প্রশ্নঃ

১



ক-পাত্র



খ-পাত্র

ক. ব্যাপন কাকে বলে?

খ. বডি স্প্রেতে ব্যাপন বা নিঃসরণের কোনটি আগে ঘটে?

গ. তাপমাত্রা বাড়তে থাকলে উদ্দীপকের কোন পদার্থটি সবার আগে বাষ্পীভূত হবে? কারণ ব্যাখ্যা কর।

ঘ. কপাত্রের উপাদান ও খপাত্রের উপাদানগুলোকে পৃথকীকরণে একই পদ্ধতির ব্যবহার সম্ভব কি না– যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।

২.



ক. নিঃসরণ কী?

খ. একই পদার্থের গলনাংক ও স্ফুটনাংক ভিন্ন কেন?

গ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়াটি কোন ধরনের পরিবর্তন– ব্যাখ্যা কর।

ঘ. উৎপন্ন সাদা ধোঁয়া A প্রান্তের কাছাকাছি উৎপন্ন হওয়ার যৌক্তিক কারণ ব্যাখ্যা কর।